La Historia de la Tierra

LO QUE NOS ENSEÑA ESTE CAPÍTULO

EL átomo, como sabemos, se compone de unas partículas de electricidad llamadas electrones. En las páginas siguientes veremos que estos electrones son muchísimo más pequeños que los átomos de los cuerpos simples o elementos, a pesar de ser dichos átomos infinitamente más pequeños que cuantos objetos percibe nuestra vista. El átomo viene, pues, a ser algo como un edificio, pero edificio siempre en movimiento, porque sus piedras se hallan en un estado de constante agitación. Estas piedras o electrones se mueven realmente dentro del átomo, probablemente como los planetas en el sistema solar. Los átomos son de por sí un mundo en miniatura, y el conjunto de todos ellos constituye el mundo visible, el cual a su vez, quizás no sea más que átomo de otro mundo mayor todavía. Es preciso que en el mundo atómico exista una fuerza central que mantenga el equilibrio entre sus partes, del mismo modo que mantiene el sol el del sistema planetario. Todavía desconocemos casi enteramente esta fuerza; como quiera que sea, en este capítulo diremos lo que se sabe respecto de los electrones que componen el átomo, cómo se mueven y de qué constan.

UN MUNDO DENTRO DE CADA ÁTOMO

PUESTO que ya sabemos algo de esas maravillosas partículas de electricidad, llamadas electrones, que tienen movimiento giratorio dentro del átomo, podemos pasar a tratar de sus dimensiones. Por ser tan pequeños solamente es posible hacerse cargo de su tamaño valiéndonos de una comparación; y para ello es preciso formarse primero alguna idea del tamaño de los átomos ordinarios de la materia. Lord Kelvin, el más ilustre de los sabios que desde Newton acá se han dedicado a tales estudios, y que ha consagrado no poco tiempo y actividad a este asunto, expresa su opinión poco más o menos en esta forma:

Sabemos que una gota de agua se compone de moléculas, cada una de las cuales consta de tres átomos. El átomo de oxígeno, es sin duda, mucho mayor que el de hidrógeno, pero esto no importa, en cuanto se refiere al punto que estamos considerando. Procuremos, pues, imaginar una gota de agua, cuyo tamaño fuera igual al del globo terráqueo.

Los átomos que la componen aparecerían probablemente aumentados en un tamaño que podría oscilar entre el de munición menuda, y el de una pelota de jugar al tennis. Tal vez una suposición inversa nos ayude a entender más claramente la cuestión. Supongamos que la tierra en que vivimos, esta inmensa esfera, cuyo ruedo o circunsferencia es de cuarenta mil kilómetros, se compusiera, pongamos por caso, de un enorme montón de bolines; y luego procuremos imaginar lo diminutos que habrían de ser esos bolines si la tierra entera se encogiese hasta quedar reducida al tamaño de una gota de agua. Esto nos da una idea aproximada de la dimensión verdadera de los átomos que se contienen en una gota de líquido.

Pues, bien; cuando Lord Kelvin efectuó este cálculo—que no fundaba en meras suposiciones, sino en datos precisos, tales como los cambios de color que ocurren en una burbuja de jabón al hacerse más y más delgada, partía del principio de que los átomos eran la forma más elemental en que existe la materia y a la vez las unidades más pequeñas de que puede componerse.

Pero ahora hemos de considerar los átomos como cuerpos compuestos de otras partículas más pequeñas todavía: veamos hasta qué punto.

Figurémonos que sea posible transformar un átomo de tamaño coriente en una gran mole, como la de una catedral, por ejemplo. Según la antigua teoría atómica, un átomo, cuya dimensión aumentase en tales proporciones, ofrecería el aspecto de un cristal sólido, grande y sencillo, de contornos bien definidos, de superficie lisa, sin com-

ponentes de ninguna clase e incapaz de ser dividido en partes.

Pero según el concepto moderno del átomo, éste semejaría más bien un inmenso aposento, pues quedaría en él mucho espacio sin llenar; sería, por decirlo así, « espacioso ». Contendría, sin embargo, las diversas *cosas* de que está compuesto y que se agitarían en su interior, probablemente animadas de un movimiento circular y de manera ordenada, como se mueven los planetas de nuestro sistema alrededor del sol. Y el tamaño de esas *cosas*—que sabemos se llaman electrones—sería aproximadamente el de un punto de esos que se ponen al final de cada párrafo; y esto en el supuesto de que el átomo alcanzara las dimensiones de una catedral.

Ahora bien; el tamaño de un punto es una de las cosas más insignificantes que pueden darse, si se compara con una catedral, y, ello no obstante, ya hemos visto que el átomo es una cosa tan sumamente pequeña que, si creciera una gota de agua hasta alcanzar las dimensiones de la tierra, los átomos que la componen serían solamente del tamaño de un bolín.

QUÉ COSA VIENE A SER EL PUNTO FINAL DE UN PÁRRAFO

Esto es lo que nos dará mejor idea de la pequeñez de los electrones; y téngase presente que, según se desprende de los hechos observados, el tamaño de los electrones es constante e invariable, sea cual fuere el átomo del cual proceden, así se trate de un átomo terrestre, como de un átomo del sol o de cualquier astro.

Son tan grandes estas ideas, aunque se refieran a cosas muy pequeñas, que sólo con dificultad logramos hacernos cargo de ellas. Consideremos, pues, el punto final de un párrafo y procuremos darnos cuenta de en qué consiste realmente. Es una manchita redonda de tinta impresa en el papel; la tinta se compone de ingredientes diversos, unos que sirven para hacerla adherente, otros para darle el color negro, y así sucesivamente; pero también podemos decir que consiste en una solución de ciertas sales de hierro, ese metal asombroso, del cual hablamos en otra parte. Una de las propiedades que caracterizan a las sales de hierro es que casi todas presentan ricos colores. La cantidad de sales que contiene un punto no es muy grande, pero encierra con seguridad millones de millones de átomos, unos de hierro, otros de los varios elementos de que constan las referidas sales o las distintas substancias que entran en la composición de la tinta.

UN PUNTO CONTIENE UN NÚMERO DE ÁTOMOS MAYOR QUE EL DE LOS HABITANTES DE TODA LA TIERRA

Si añadiésemos al punto tantos átomos como habitantes hay en toda la tierra, es decir, unos mil seiscientos millones, esta cantidad no sería suficiente para que el punto pareciera más grande a simple vista. Y, no obstante, con todo y ser tan pequeño, cada uno de estos átomos representa un espacio considerable, comparado con los diminutos cuerpos que se mueven desahogadamente en su interior. Las dimensiones relativas de estos electrones y del átomo, son las de un punto y las de una catedral respectivamente. Esta manera de representarnos el tamaño de los electrones es más eficaz de lo que parece a primera vista. En efecto, no sólo sirve para darnos alguna idea de lo que es realmente ese tamaño, sino que, además, nos la da también de cual es, en realidad, la estructura de los átomos.

Decíamos que si los átomos fueran del tamaño de una catedral, los electrones se moverían dentro de ellos, a manera de planetas alrededor de un sol. Ahora bien; algunos de los más grandes sabios de nuestros días nos demuestran que este concepto es algo más que una simple suposición quimérica, y sus teorías nos inclinan a considerar al átomo como un sistema planetario en miniatura.

Sabemos que el sistema planetario es espacioso, es decir, que si bien consta de varios planetas, abunda el espacio entre ellos. Aun en las épocas en que la tierra se halla más próxima a su

vecino, Marte, la distancia que media entre ellos es de más de cincuenta y seis millones de kilómetros. Esto equivale a decir que, relativamente al conjunto del sistema planetario, los planetas que lo componen son tan pequeños queda sobrado espacio entre uno y otro.

EL MOVIMIENTO MARAVILLOSO QUE ANIMA SIN CESAR A LOS ELECTRONES CONTENIDOS EN UN ÁTOMO

Lo mismo puede decirse de los electrones que contiene el átomo. A pesar de ser éste tan pequeño, como que los electrones lo son mucho más, es tan grande el espacio que hay entre ellos, comparado con sus dimensiones, que se mueven dentro del átomo con igual holgura que los planetas alrededor del sol.

Existen, efectivamente, motivos para creer que los electrones de que se compone el átomo están dotados de un movimiento de *rotacion*. No podemos afirmar que este movimiento sea circular o elíptico, como el de los planetas; pero sabemos de cierto que se mueven constantemente de manera regular y sistemática; y podemos decir que así como existe un *sistema planetario*, existe también un *sistema atómico*: cada átomo es un sistema atómico. Para comprender la importancia de este descubrimiento, basta tener presente que durante muchísimos siglos nos han enseñado que la materia es una cosa crasa, bruta, muerta, inerte, pasiva, inactiva. Ahora vamos viendo que los átomos de que se compone, en vez de ser cuerpos muertos e inertes, son centros de tremendas fuerzas que obran sin cesar, y de admirable actividad, y que nada tienen que envidiar a las maravillas del sistema planetario, pues lo maravilloso no es cuestión de dimensiones.

Ahora bien; ¿qué es lo que mantiene el equilibrio del sistema planetario, y a qué se debe que constituya tal sistema? Sabemos muy bien que se debe a la atracción del sol, que es el centro del sistema y lo mantiene dentro de sus límites. Si el sol desapareciera, los planetas, en vez de dar vueltas a su alrededor, se alejarían en línea recta, y el sistema no tardaría en dejar de existir: lo propio sucedería si el sol perdiera simplemente su fuerza de atracción.

Veamos ahora lo que ocurre con el átomo. Los electrones que encierra se mueven con gran fuerza y rapidez; todos son del mismo género, y ofrecen como particularidad notable que no poseen la propensión a atraerse como ocurre con el sistema planetario, sino que propenden a repelerse mutuamente.

LO QUE IMPIDE QUE LOS ELECTRONES SE ESCAPEN DEL ÁTOMO

Todo electrón tiende a repeler y a ser repelido por los demás; y, no obstante esta propensión, existen grandes cantidades de esos corpúsculos en el átomo. Por otra parte, se mueven incesantemente, y sabido es que la inclinación de todo lo que se mueve es a seguir indefinidamente moviéndose en línea recta. Sin embargo, en cualquier momento dado, la mayoría de los electrones se mantienen dentro del sistema atómico. Cabe, pues, preguntar: si la atracción del sol es lo que impide que la tierra abandone el sistema planetario ¿no es lícito suponer que el átomo no existiría si no fuera por alguna fuerza de atracción central, que se opone al escape de los electrones, fuerza tan poderosa que logra mantenerlos juntos a pesar de su propensión a repelerse?

No caben dudas acerca de este punto. Así como sería imposible la existencia del sistema planetario sin el sol, así tampoco podrían subsistir los átomos, si no fuera por la presencia de una fuerza que actúa sobre los electrones de que se compone el átomo. Y al llegar aquí, nos hallamos ante algo que requiere el empleo de dos nuevas palabras.

Decimos—sin que sepamos de fijo por qué — que la electricidad puede existir en dos formas diferentes. No se trata de las *ondas eléctricas*, sino de cosas completamente distintas, y andando el tiempo, es probable que se

les dé algún nombre especial; esas dos clases de electricidad son opuestas una a otra, y para mayor claridad las llamamos respectivamente *positiva* y *negativa.*

LAS DOS CLASES DE ELECTRICIDAD QUE SE ENCUENTRAN EN EL ÁTOMO

Existe entre esas dos clases de electricidad cierta relación mutua que justifica el distinguirlas una de otra y el haberles dado nombres diferentes: las electricidades positiva y negativa se atraen mutuamente, mientras que dos electricidades positivas o dos negativas se repelen. Ahora bien; todos los electrones pertenecen a la clase de electricidad llamada negativa; tanto es así que con frecuencia se les da el nombre de *electrones negativos.*

Las electricidades del mismo nombre se repelen; y si hallamos reunidas en un átomo partículas de electricidad negativa, podemos estar seguros de que habrá alguna electricidad positiva en ese átomo, merced a la cual se mantienen juntos los electrones; y así es, efectivamente.

Debemos considerar el átomo como si en su centro hubiera un «sol» de electricidad positiva, el cual viniera a constituir el lazo de unión entre los electrones de que dicho átomo se compone; alrededor de ese sol, es decir, en su «esfera de influencia», se agitan sin cesar las partículas de electricidad negativa, reguladas por el núcleo o centro del átomo, cargado de electricidad positiva.

UN ELECTRÓN PODRÍA DAR LA VUELTA AL MUNDO EN UN MOMENTO

Este es, pues, el sistema que constituyen los átomos. La comparación establecida entre el átomo y el sistema planetario, no sólo resulta interesante, sino que viene a ser la manera más eficaz e instructiva de estudiar la estructura de esos átomos.

Claro está que resta por averiguar qué son en realidad, esas electricidades positiva y negativa, de las cuales venimos hablando; pero éste es, por decirlo así, el problema de los problemas en lo que se refiere hoy por hoy, a este ramo de la ciencia.

Casi nada sabemos acerca de la electricidad positiva, pero en el transcurso de los últimos quince o veinte años ha sido imposible, valiéndonos de diversos medios, esclarecer bastantes puntos tocantes a la electricidad negativa. Sabemos que el electrón se mueve fuera del átomo con una velocidad de unos 50,000 kilómetros por segundo, lo cual significa que podría dar la vuelta al mundo en un momento; sabemos que, por ser eléctricos, comunican electricidad al aire que los rodea; y es posible en cierto modo, pesarlos; y podemos, además, estudiar la fuerza con la cual se repelen mutuamente.

Asímismo, empezamos a tener alguna idea del número de electrones que contienen los átomos de distintas especies; pocos, relativamente, en un átomo pequeño, como el del hidrógeno; pero muchísimos en un átomo grande, como el del radio. No vamos a mencionar aquí las cantidades que se han indicado; nos limitaremos a decir que ascienden a varios centenares en el átomo de hidrógeno y a muchos miles en los del radio o del mercurio; el asunto, en la actualidad, es objeto de laboriosas investigaciones, por lo que será más prudente, de momento, no afirmar nada.

DE QUÉ MODO EMPEZAMOS A AVERIGUAR LA COMPOSICIÓN DE LA TIERRA

Ofrece sumo interés averiguar de qué modo el estudio de los electrones contribuye a darnos a entender por qué existen ciertas clases determinadas de átomos y no otras; por qué hay tan sólo unos ochenta elementos y no, por ejemplo, 80,000; por qué se parecen en ciertas cosas el yodo y el fluor, siendo en otras tan diferentes, y así sucesivamente.

Hace unos cuarenta años, únicamente podía decirse que había tales o cuales elementos, con éstas o aquéllas propiedades; nadie sabía *por qué* existían precisamente esos elementos ni por qué el oxígeno o el oro tenían determinadas propiedades. Actualmente, estos problemas que, por otra parte, es necesario resolver, si queremos hacernos cargo de la historia de la tierra.

empiezan, a poderse contestar, gracias a los recientes descubrimientos relativos a la constitución de la materia. Hace cuarenta años, creíamos que era bastante haber descubierto el átomo; ahora echamos de ver que este descubrimiento era tan sólo el principio de una serie.

Pero no podemos terminar este capítulo, sin antes tratar de darnos claramente cuenta de su alcance, esto es, que el sentido de las palabras « grande » y « pequeño » es puramente relativo y no se refiere a nada definido. Llamamos grande a todo lo que tiene mayores dimensiones que las nuestras, y pequeño a lo que es de menor tamaño; o bien, calificamos de grande a lo que podemos ver sin ninguna dificultad y de pequeño a lo que nuestra vista no percibe sin ayuda de algún aparato.

LOS MUNDOS GRANDES, LOS MUNDOS PEQUEÑOS Y LOS MUNDOS QUE EXISTEN DENTRO DE OTROS MUNDOS

Pero esto es tomar nuestros ojos como medida de todas las cosas, lo cual no deberíamos hacer en manera alguna. En realidad, existen mundos que encierran otros en su interior.

Hay, en primer lugar, el mundo que vemos a nuestro alrededor, y cuyo aspecto nos es bien conocido; la tierra, al perecer, ocupa su centro, y todo lo que se ve en el cielo de vueltas a su alrededor. Pero en realidad no hay nada que dé vueltas alrededor de la tierra, salvo la luna, y nuestro mundo no es sino parte de un sistema que tiene por centro al sol; el sistema solar es, pues, un mundo exterior, respecto al nuestro, pero a su vez, este mundo forma parte de un mundo de estrellas.

Dirijamos, ahora, por decirlo así, la vista, de fuera para adentro. Se ha inventado un instrumento, llamado microscopio, mediante el cual hemos descubierto un mundo de seres diminutos cuya existencia nadie sospechaba y que, ello no obstante, es tan positivo y maravilloso como el que todos conocemos. Asimismo, por medio de la química, penetramos en un mundo más pequeño todavía, aunque igualmente asombroso. Examinamos los cuerpos de los seres vivientes, el agua, las piedras y el polvo, y averiguamos que todos se componen de átomos. En vista de este resultado supusimos que los átomos constituían el mundo más pequeño que puede existir.

SABEMOS MENOS DE LOS ÁTOMOS QUE DE LAS ESTRELLAS

Pero resulta ahora que cada átomo es un mundo en sí. En realidad, conocemos menos las maravillas del mundo atómico en lo tocante a su equilibrio, a su historia y a su estructura, que cuanto se refiere al sistema que llamamos solar o planetario. Nos figuramos haber descubierto que la electricidad es la base o fundamento elemental de la materia; pero acaso esta electricidad no es sino parte de un mundo más recóndito, que se encuentra más allá: el del éter.

Y hay personas, sin embargo, que dicen que, cuando la ciencia se pone a desmenuzar y analizar la naturaleza, se desvanecen toda la belleza y el encanto de las cosas. ¡Qué ignorancia!

